

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-343246

(43)Date of publication of application : 02.12.2004

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04B 7/26

H04L 29/08

(21)Application number : 2003-134967

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 13.05.2003

(72)Inventor : KISHINE YOSHIMICHI

KAWAI KENJI

OTERU AKIKO

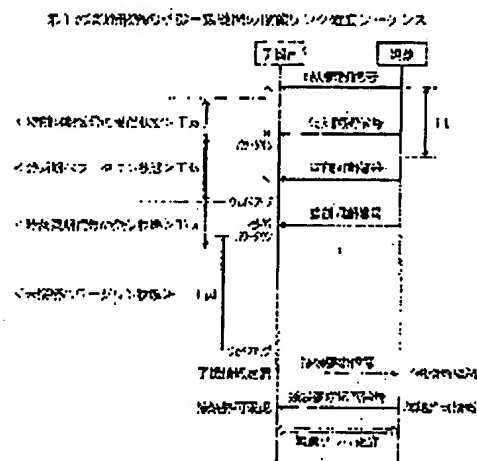
ICHINO HARUHIKO

(54) STARTING METHOD AND APPARATUS FOR RADIO DATA COMMUNICATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the power consumption of a slave set in an unconnected state which is not connected to a master set.

SOLUTION: A radio data communication starting method has a configuration wherein the master set transmits a time synchronization signal including time information generated by a communication timer at least one time for every predetermined cyclic time T_t ; the slave set in an unconnected state alternately repeats a reception state for receiving the time synchronization signal and a non-synchronization power down state for only a predetermined time T_{da} , in the case where the time synchronization signal is not received during the reception state until the time synchronization signal is received; the slave set is brought into a synchronization state in which it is synchronized with the master station on the basis of the time information when receiving the time synchronization signal, and shifts to a non-connection power down state for only a predetermined time T_{pd} assigned to each slave set; and after that, the slave set transmits by broadcasting a connection request signal including the information of the slave set and requesting connection to the master set, receives a connection request responding signal including connection permission information transmitted from the master set in response to the connection request signal, and shifts from an unconnected state to a connected state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの子機と、所定のネットワークに接続される親機との間で無線データ通信を行う無線データ通信システムで、親機と接続されていない未接続状態の子機が親機との無線リンクを確立して接続状態に移移し、無線データ通信を開始する無線データ通信開始方法において、

前記親機は、通信タイマが生成する時刻情報を含む時刻同期信号を所定の周期時間 T_t に少なくとも 1 回送信し、

前記子機は、前記未接続状態として、前記時刻同期信号を受信する前で前記親機との時刻同期を行っていない非同期状態を有し、

前記非同期状態の子機は、

前記所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} ($T_{ua} \geq T_t$) に前記時刻同期信号を受信するための受信状態と、その間に前記時刻同期信号が受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、前記時刻同期信号が受信されるまで交互に繰り返し、

前記時刻同期信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、子機ごとに割り当てられた所定の時間 T_{pd} だけ子機の電力消費レベルを低下させる未接続パワーダウン状態に移移し、

前記未接続パワーダウン状態後に、前記子機の情報を含み前記親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して前記親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して前記未接続状態から前記接続状態に移移する

ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無線データ通信開始方法において、

前記親機は、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、前記通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信し、

前記未接続状態の前記非同期状態から前記時刻同期信号を受信して前記同期状態に移移した子機は、前記未接続パワーダウン状態に移移する代わりに、

前記時刻同期信号の時刻情報から得られる前記ビーコン信号が到着するまでの時間 T_{pd} だけ、子機の電力消費レベルを低下させるビーコンパワーダウン状態に移移し、

前記ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信し、前記ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd} \cdot a_1$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に移移し、

前記子機接続時間帯パワーダウン状態後の子機接続時間帯で前記接続要求信号をブロードキャスト送信する

ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の無線データ通信開始方法において、

前記ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信されないときは、前記所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次の前記ビーコン信号を受信されるまでの時間 $T_{pd} \cdot a_2$ だけ前記ビーコンパワーダウン状態に移移する

ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の無線データ通信開始方法において、

前記子機接続時間帯パワーダウン状態後に子機接続時間帯に入った子機は、

前記子機接続時間帯内で、所定の時間 $T_{pd} \cdot a$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に移移し、

前記接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して前記接続要求信号をブロードキャスト送信する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 5】

請求項 2 または請求項 4 に記載の無線データ通信開始方法において、
前記接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されないときは、前記所定の周期 T_b
でブロードキャスト送信されている次の前記ビーコン信号が受信されるまでの時間 T_{pd}
d. a 2 だけ前記ビーコンパワーダウン状態に遷移する
ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 6】

少なくとも 1 つの子機と、所定のネットワークに接続される親機との間で無線データ通信
を行う無線データ通信システムで、親機と接続されていない未接続状態の子機が親機との 10
無線リンクを確立して接続状態に遷移し、無線データ通信を開始する無線データ通信開始
方法において、
前記親機は、通信タイマが生成する時刻情報と、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を
示す情報を含むビーコン信号を、前記通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロー
ドキャスト送信し、
前記子機は、前記未接続状態として、前記時刻同期信号を受信する前で前記親機との時刻
同期を行っていない非同期状態を有し、
前記非同期状態の子機は、
前記所定の受信時間 T_{ua} に前記ビーコン信号を受信するための受信状態と、その間に前
記ビーコン信号が受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下 20
させる非同期パワーダウン状態とを、前記ビーコン信号が受信されるまで交互に繰り返し
、
前記ビーコン信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正し
て親機に同期させた同期状態となり、前記ビーコン信号で通知される子機接続時間帯まで
の時間 T_{pd} d. a 1 だけ子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウ
ン状態に遷移し、
前記子機接続時間帯パワーダウン状態後に、前記子機接続時間帯内で、所定の時間 T_{pd}
d. a だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に遷移し、
前記接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して前記
子機の情報を含み前記親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、 30
その接続要求信号に対して前記親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号
を受信して前記未接続状態から前記接続状態に遷移する
ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の無線データ通信開始方法において、
前記接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されないときは、前記所定の周期 T_b
でブロードキャスト送信されている次の前記ビーコン信号が受信されるまでの時間 T_{pd}
d. a 2 だけ前記ビーコンパワーダウン状態に遷移する
ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 8】

請求項 1 または請求項 6 に記載の無線データ通信開始方法において、
前記子機は、前記非同期パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 T_{damin}
と所定の最大時間 T_{damax} ($T_{damax} > T_{damin}$) の範囲内でラン
ダムに前記非同期パワーダウン状態の時間 T_{da} を決定する
ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 9】

請求項 4 または請求項 6 に記載の無線データ通信開始方法において、
前記子機は、前記接続要求パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 T_{pd} d. a
min と所定の最大時間 T_{pd} d. a max (T_{pd} d. a max $>$ T_{pd} d. a min
) の範囲内でランダムに前記接続要求パワーダウン状態の時間 T_{pd} d. a を決定する 50

ことを特徴とする無線データ通信開始方法。

【請求項 10】

少なくとも1つの子機と、所定のネットワークに接続される親機との間で無線データ通信を行う前に、親機と接続されていない未接続状態の子機が親機との無線リンクを確立して接続状態に設定し、無線データ通信を開始する無線データ通信装置において、

前記親機は、通信タイマが生成する時刻情報を含む時刻同期信号を所定の周期時間 T_t に少なくとも1回送信する構成であり、

前記子機は、

前記未接続状態として、前記時刻同期信号を受信する前で前記親機との時刻同期を行っていない非同期状態を有し、その非同期状態のときに、前記所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} ($T_{ua} \geq T_t$) に前記時刻同期信号を受信するための受信状態と、その間に前記時刻同期信号が受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、前記時刻同期信号が受信されるまで交互に繰り返し、時刻同期信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態とする同期制御手段と、

前記同期状態後に、前記子機ごとに割り当てられた所定の時間 T_{pd} だけ子機の電力消費レベルを低下させる未接続パワーダウン状態に設定する未接続パワーダウン制御手段と、

前記未接続パワーダウン状態後に、前記子機の情報を含み前記親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して前記親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して前記親機との間に無線リンクを確立し、前記接続状態に設定する無線リンク確立手段とを備えたことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の無線データ通信装置において、

前記親機は、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、前記通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信する構成であり、

前記子機は、前記未接続パワーダウン制御手段に代わり、前記時刻同期信号の時刻情報から得られる前記ビーコン信号が到着するまでの時間 T_{pd} だけ、子機の電力消費レベルを低下させるビーコンパワーダウン状態に設定するビーコンパワーダウン制御手段と、

前記ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信し、前記ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 T_{pd} だけ、子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に設定する子機接続時間帯パワーダウン制御手段とを備え、

前記無線リンク確立手段は、前記子機接続時間帯パワーダウン状態後の子機接続時間帯で前記接続要求信号をブロードキャスト送信する構成である

ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の無線データ通信装置において、

前記子機接続時間帯パワーダウン制御手段は、前記ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信されないときに、前記所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次の前記ビーコン信号を受信されるまでの時間 T_{pd} だけ前記ビーコンパワーダウン状態に設定する構成である

ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の無線データ通信装置において、

前記子機接続時間帯パワーダウン制御手段は、前記子機接続時間帯パワーダウン状態後の前記子機接続時間帯内で、所定の時間 T_{pd} だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に設定する接続要求パワーダウン制御手段を含み、

前記無線リンク確立手段は、前記接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して前記接続要求信号をブロードキャスト送信する構成である

ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 14】

請求項 11 または請求項 13 に記載の無線データ通信装置において、
前記無線リンク確立手段は、前記接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されない
ときに、前記所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次の前記ビーコン信号
が受信されるまでの時間 $T_{pd} \cdot a_2$ だけ前記ビーコンパワーダウン状態に設定する構
成である

ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 15】

少なくとも 1 つの子機と、所定のネットワークに接続される親機との間で無線データ通信 10
を行う無線データ通信システムで、親機と接続されていない未接続状態の子機が親機との
無線リンクを確立して接続状態に遷移し、無線データ通信を開始する無線データ通信装置
において、

前記親機は、通信タイマが生成する時刻情報と、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を
示す情報を含むビーコン信号を、前記通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロード
キャスト送信する構成であり、

前記子機は、前記未接続状態として、前記時刻同期信号を受信する前で前記親機との時刻
同期を行っていない非同期状態を有し、その非同期状態のときに、前記所定の受信時間 T_{ua}
に前記ビーコン信号を受信するための受信状態と、その間に前記ビーコン信号が受信
されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダ 20
ウン状態とを、前記ビーコン信号が受信されるまで交互に繰り返し、前記ビーコン信号を
受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた
同期状態とする同期制御手段と、

前記同期状態後に、前記ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd} \cdot a_1$
だけ子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に設定する
子機接続時間帯パワーダウン制御手段と、

前記子機接続時間帯パワーダウン状態後に、前記子機接続時間帯内で、所定の時間 T_{pd}
・ a だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に設定する接続要
求パワーダウン制御手段と、

前記接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して前記 30
子機の情報を含み前記親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、
その接続要求信号に対して前記親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号
を受信して前記親機との間に無線リンクを確立し、前記接続状態に設定する無線リンク確
立手段と

を備えたことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の無線データ通信装置において、

前記無線リンク確立手段は、前記接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されない
ときは、前記所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次の前記ビーコン信号
が受信されるまでの時間 $T_{pd} \cdot a_2$ だけ前記ビーコンパワーダウン状態に設定する構 40
成である

ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 17】

請求項 10 または請求項 15 に記載の無線データ通信装置において、

前記同期制御手段は、前記非同期パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 T_{damin}
と所定の最大時間 T_{damax} ($T_{damax} > T_{damin}$) の範囲
内でランダムに前記非同期パワーダウン状態の時間 T_{da} を決定する構成である

ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 18】

請求項 13 または請求項 15 に記載の無線データ通信装置において、

前記接続要求パワーダウン制御手段は、前記接続要求パワーダウン状態に移移する度に、所定の最小時間 $T_{pd,amin}$ と所定の最大時間 $T_{pd,amax}$ ($T_{pd,amax} > T_{pd,amin}$) の範囲内でランダムに前記接続要求パワーダウン状態の時間 $T_{pd,a}$ を決定する構成である
ことを特徴とする無線データ通信装置。

【請求項 19】

請求項 10～請求項 15 のいずれかに記載の無線データ通信装置において、前記子機は、前記親機との間で無線電波を送受信する送受信回路を含み、前記各パワーダウン制御手段からパワーダウン信号が出力されるとその送受信回路を停止して消費電力を低減する構成である
ことを特徴とする無線データ通信装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電池電源で動作する携帯情報端末等の子機と、LANなどの有線ネットワークに接続された無線LAN基地局等の親機との間で無線データ通信を行う構成において、親機と接続されていない未接続状態の子機の消費電力の低減を図る無線データ通信開始方法および無線データ通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

電池電源で動作する携帯情報端末等の子機は電池の消耗を抑える必要があり、利用しないときに通電状態のままにしておくことは好ましくない。しかし、無線LAN基地局等の親機との間で無線通信することを想定している子機の場合には、電源を完全にオフにすると、利用時の起動処理に長時間を要することになる。そこで、このような子機では、起動時間を短縮するために電力消費の少ないサスペンド状態と、通常動作状態との間で遷移できるように構成したものが多い。

20

【0003】

例えば、特許文献1に記載の無線データ通信システムでは、移動局が最初に電源を入れた場合、移動局は基地局（アクセスポイント）からTIMメッセージ（トラフィック指示情報）を受信するまで動作状態に置かれる。そして、TIMメッセージに応じて次のTIMメッセージまで動作状態か、低電力での休止状態か選択される。これにより、移動局と基地局間の通信および移動局の電源オフのタイミングが決定され、移動局の低電力化を可能にしている。

30

【0004】

【特許文献1】

特開平7-58688号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1に記載の無線データ通信システムでは、親機と接続されていない未接続状態（待機時）の子機は、通信サービスエリア内に入ったことを検知して親機との接続が完了するまでは、呼出信号等に対応する狭帯域波用の受信回路は常時動作させておく必要がある。すなわち、未接続状態の子機は、通信を行っていないにも拘らず送受信回路で電力を消費し、電池電源の消耗が避けられなかった。

40

【0006】

本発明は、親機と接続されていない未接続状態の子機の消費電力の低減を図ることができる無線データ通信開始方法および無線データ通信装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

（無線データ通信開始方法）

請求項1に記載の無線データ通信開始方法は、親機は、通信タイマが生成する時刻情報を

50

含む時刻同期信号を所定の周期時間 T_t に少なくとも1回送信し、子機は、未接続状態として、時刻同期信号を受信する前で親機との時刻同期を行っていない非同期状態を有し、非同期状態の子機は、所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} ($T_{ua} \geq T_t$) に時刻同期信号を受信するための受信状態と、その間に時刻同期信号が受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、時刻同期信号が受信されるまで交互に繰り返し、時刻同期信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、子機ごとに割り当てられた所定の時間 T_{pd} だけ子機の電力消費レベルを低下させる未接続パワーダウン状態に遷移し、未接続パワーダウン状態後に、子機の情報を含み親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して未接続状態から接続状態に遷移することの特徴とする。 10

【0008】

さらに、親機は、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信し、未接続状態の非同期状態から時刻同期信号を受信して同期状態に遷移した子機は、未接続パワーダウン状態に遷移する代わりに、時刻同期信号の時刻情報から得られるビーコン信号が到着するまでの時間 $T_{pd, b}$ だけ、子機の電力消費レベルを低下させるビーコンパワーダウン状態に遷移し、ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信し、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd, a1}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に遷移し、子機接続時間帯パワーダウン状態後の子機接続時間帯で接続要求信号をブロードキャスト送信する（請求項2）。 20

【0009】

また、ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号が受信されないときは、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号が受信されるまでの時間 $T_{pd, a2}$ だけビーコンパワーダウン状態に遷移するようにしてもよい（請求項3）。

【0010】

また、子機接続時間帯パワーダウン状態後に子機接続時間帯に入った子機は、子機接続時間帯内で、所定の時間 $T_{pd, a}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に遷移し、接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して接続要求信号をブロードキャスト送信するようにしてもよい（請求項4）。 30

【0011】

また、接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されないときは、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号が受信されるまでの時間 $T_{pd, a2}$ だけビーコンパワーダウン状態に遷移するようにしてもよい（請求項5）。

【0012】

請求項6に記載の無線データ通信開始方法は、上記ビーコン信号に合わせて時刻同期信号を送信する方法である。すなわち、親機は、通信タイマが生成する時刻情報と、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信し、子機は、未接続状態として、時刻同期信号を受信する前で親機との時刻同期を行っていない非同期状態を有し、非同期状態の子機は、所定の受信時間 T_{ua} にビーコン信号を受信するための受信状態と、その間にビーコン信号が受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、ビーコン信号が受信されるまで交互に繰り返し、ビーコン信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd, a1}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に遷移し、子機接続時間帯パワーダウン状態後に、子機接続時間帯内で、所定の時間 $T_{pd, a}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に遷移し、接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して子機の情報を含み親機への接 40 50

続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して未接続状態から接続状態に遷移することを特徴とする。

【0013】

さらに、接続要求信号に対する接続要求応答信号を受信されないときは、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号を受信されるまでの時間 $T_{pd.a2}$ だけビーコンパワーダウン状態に遷移する（請求項7）。

【0014】

また、請求項1または請求項6に記載の無線データ通信開始方法において、子機は、非同期パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 T_{damin} と所定の最大時間 T_{damax} （ $T_{damax} > T_{damin}$ ）の範囲内でランダムに非同期パワーダウン状態の時間 T_{da} を決定する（請求項8）。 10

【0015】

また、請求項4または請求項6に記載の無線データ通信開始方法において、子機は、接続要求パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 $T_{pd.amin}$ と所定の最大時間 $T_{pd.amax}$ （ $T_{pd.amax} > T_{pd.amin}$ ）の範囲内でランダムに接続要求パワーダウン状態の時間 $T_{pd.a}$ を決定する（請求項9）。

【0016】

（無線データ通信装置）

請求項10に記載の無線データ通信装置は、親機は、通信タイマが生成する時刻情報を含む時刻同期信号を所定の周期時間 T_t に少なくとも1回送信する構成であり、子機は、未接続状態として、時刻同期信号を受信する前で親機との時刻同期を行っていない非同期状態を有し、その非同期状態のときに、所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} （ $T_{ua} \geq T_t$ ）に時刻同期信号を受信するための受信状態と、その間に時刻同期信号を受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、時刻同期信号を受信されるまで交互に繰り返し、時刻同期信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態とする同期制御手段と、同期状態後に、子機ごとに割り当てられた所定の時間 T_{pd} だけ子機の電力消費レベルを低下させる未接続パワーダウン状態に設定する未接続パワーダウン制御手段と、未接続パワーダウン状態後に、子機の情報を含み親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して親機との間に無線リンクを確立し、接続状態に設定する無線リンク確立手段とを備える。 20 30

【0017】

また、親機は、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信する構成であり、子機は、未接続パワーダウン制御手段に代わり、時刻同期信号の時刻情報から得られるビーコン信号が到着するまでの時間 $T_{pd.b}$ だけ、子機の電力消費レベルを低下させるビーコンパワーダウン状態に設定するビーコンパワーダウン制御手段と、ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信し、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd.a1}$ だけ、子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に設定する子機接続時間帯パワーダウン制御手段とを備え、無線リンク確立手段は、子機接続時間帯パワーダウン状態後の子機接続時間帯で接続要求信号をブロードキャスト送信する構成である（請求項11）。 40

【0018】

また、子機接続時間帯パワーダウン制御手段は、ビーコンパワーダウン状態後にビーコン信号を受信されないときに、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号を受信されるまでの時間 $T_{pd.a2}$ だけビーコンパワーダウン状態に設定する構成である（請求項12）。

【0019】

また、子機接続時間帯パワーダウン制御手段は、子機接続時間帯パワーダウン状態後の子機接続時間帯内で、所定の時間 $T_{pd. a}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に設定する接続要求パワーダウン制御手段を含み、無線リンク確立手段は、接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して接続要求信号をブロードキャスト送信する構成である（請求項 13）。

【0020】

また、無線リンク確立手段は、接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されないときに、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号が受信されるまでの時間 $T_{pd. a2}$ だけビーコンパワーダウン状態に設定する構成である（請求項 14）。

10

【0021】

請求項 15 に記載の無線データ通信装置は、親機は、通信タイマが生成する時刻情報と、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信する構成であり、子機は、未接続状態として、時刻同期信号を受信する前で親機との時刻同期を行っていない非同期状態を有し、その非同期状態のときに、所定の受信時間 T_{ua} にビーコン信号を受信するための受信状態と、その間にビーコン信号が受信されない場合に所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、ビーコン信号が受信されるまで交互に繰り返し、ビーコン信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態とする同期制御手段と、同期状態後に、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd. a1}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる子機接続時間帯パワーダウン状態に設定する子機接続時間帯パワーダウン制御手段と、子機接続時間帯パワーダウン状態後に、子機接続時間帯内で、所定の時間 $T_{pd. a}$ だけ子機の電力消費レベルを低下させる接続要求パワーダウン状態に設定する接続要求パワーダウン制御手段と、接続要求パワーダウン状態後に、他の無線通信が行われていないことを確認して子機の情報を含み親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して親機との間に無線リンクを確立し、接続状態に設定する無線リンク確立手段とを備える。

20

【0022】

さらに、無線リンク確立手段は、接続要求信号に対する接続要求応答信号が受信されないときは、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号が受信されるまでの時間 $T_{pd. a2}$ だけビーコンパワーダウン状態に設定する構成である（請求項 16）。

30

【0023】

また、請求項 10 または請求項 15 に記載の無線データ通信装置において、同期制御手段は、非同期パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 T_{damin} と所定の最大時間 T_{damax} ($T_{damax} > T_{damin}$) の範囲内でランダムに非同期パワーダウン状態の時間 T_{da} を決定する構成である（請求項 17）。

【0024】

また、請求項 13 または請求項 15 に記載の無線データ通信装置において、接続要求パワーダウン制御手段は、接続要求パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 $T_{pd. amin}$ と所定の最大時間 $T_{pd. amax}$ ($T_{pd. amax} > T_{pd. amin}$) の範囲内でランダムに接続要求パワーダウン状態の時間 $T_{pd. a}$ を決定する構成である（請求項 18）。

40

【0025】

また、請求項 10 ～請求項 15 のいずれかに記載の無線データ通信装置において、子機は、親機との間で無線電波を送受信する送受信回路を含み、各パワーダウン制御手段からパワーダウン信号が出力されるとその送受信回路を停止して消費電力を低減する構成である（請求項 19）。

50

【0026】

【発明の実施の形態】

(本発明の無線データ通信装置の子機の構成例：請求項10～19)

図1は、本発明の無線データ通信装置の子機の構成例を示す。なお、図示しない親機は、通信タイマが生成する時刻情報を含む時刻同期信号を所定の周期時間 T_t に少なくとも1回送信する構成であり、未接続状態の子機が時刻同期信号を受信する前は親機との時刻同期を行っていない非同期状態になっている。また、親機は、各子機との接続を行うために子機ごとに割り当てた子機接続時間帯の情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b で送信しており、子機は例えばビーコン信号を受信することにより子機接続時間帯を認識できるようになっている。ただし、子機が親機と同期状態になった場合には、ビーコン信号以外の方法によって、例えば予め決められた子機接続時間帯を自律的に判断することも可能である。

10

【0027】

図において、子機は、送受信回路10および無線信号処理部20を有し、無線信号処理部20は、同期制御手段21、無線リンク確立手段22およびパワーダウン制御手段23から構成される。

【0028】

送受信回路10は、親機から送信された無線電波をアンテナで受信し、受信無線信号に変換して無線信号処理部20に出力する。また、無線信号処理部20から入力された送信無線信号を無線電波に変換してアンテナから送信する。さらに、送受信回路10は、無線信号処理部20からパワーダウン信号が入力されると、無線電波の送受信動作を停止して消費電力を低減する構成である。

20

【0029】

無線信号処理部20は、送受信回路10から入力された受信無線信号のうち親機からの受信無線データ信号は、無線データ信号処理を施して受信データ信号として出力する。親機への送信データ信号は、無線データ信号処理を施して送信無線信号として送受信回路10に出力する。また、無線通信を制御するための送信無線制御信号（例えば、接続要求信号）を送信無線信号として送受信回路10に出力し、送受信回路10から入力された受信無線信号のうち、無線通信を制御するための受信無線制御信号（例えば、時刻同期信号や接続要求応答信号）に対して無線制御信号処理を行う。

30

【0030】

同期制御手段21は、所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} ($T_{ua} \geq T_t$)に時刻同期信号を受信するための受信状態と、その間に時刻同期信号が受信されない場合に、パワーダウン制御手段23に対して所定の時間 T_{da} だけ子機の電力消費レベルを低下させる非同期パワーダウン状態とを、時刻同期信号が受信されるまで交互に繰り返し、時刻同期信号を受信したときに、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態とする構成である。

【0031】

パワーダウン制御手段23は、同期状態後に、子機ごとに割り当てられた子機接続時間帯までの所定の時間 T_{pd} 、あるいはビーコン信号が受信されるまでの所定の時間 T_{pd} 、 T_b など、送受信回路10に対してパワーダウン信号を出力し、子機の電力消費レベルを低下させるパワーダウン状態に設定する構成である。なお、パワーダウン制御手段23としては、非同期パワーダウン制御、未接続パワーダウン制御、ビーコンパワーダウン制御、子機接続時間帯パワーダウン制御、接続要求パワーダウン制御を行うが、詳しくは以下に示す各実施形態において説明する。

40

【0032】

無線リンク確立手段22は、パワーダウン状態後に、子機の情報を含み親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して親機との間に無線リンクを確立し、接続状態に設定する構成である。

50

【0033】

以下、図2～図4に示す第1の実施形態、図5～図8に示す第2の実施形態、図9～図11に示す第3の実施形態、図12～図14に示す第4の実施形態について、それぞれ子機の無線データ通信開始方法について説明する。

【0034】

(第1の実施形態：請求項1，8，10，17)

図2は、第1の実施形態の子機の無線データ通信開始手順を示すフローチャートである。

図3は、第1の実施形態の状態遷移を示す。図4は、第1の実施形態の子機－親機間の無線リンク確立シーケンスを示す。

【0035】

10

図2において、接続状態値が1のときに接続状態、0のときに未接続状態とし、パワーダウン信号値が1のときに送受信回路10にパワーダウン信号を出力するものとする。

【0036】

図2および図3において、子機は、動作を開始したとき、または親機との接続断を検出したときに、時刻同期信号の受信を開始し、所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} ($T_{ua} \geq T_t$)を計測するタイマをスタートさせる(S1, S2、時刻同期信号受信状態ST0)。この受信時間 T_{ua} の間に時刻同期信号が受信されない場合には、非同期パワーダウン状態に遷移する(S3, S4, S5、非同期パワーダウン状態ST1)。非同期パワーダウン状態では、ランダムに生成された非同期パワーダウン時間 T_{da} を計測するタイマをスタートさせ、非同期パワーダウン時間 T_{da} が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させ、非同期パワーダウン時間 T_{da} の終了後に時刻同期信号の受信に戻る(S5, S6, S7, S2, ST1, ST0)。

【0037】

以上の繰り返し中に時刻同期信号を受信すると、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、未接続パワーダウン状態に遷移する(S4, S8、未接続パワーダウン状態ST2)。未接続パワーダウン状態では、所定の未接続パワーダウン時間 T_{pd} を計測するタイマをスタートさせ、未接続パワーダウン時間 T_{pd} が終了するまで子機の電力消費を低下させる(S8, S9, S10、ST2)。未接続パワーダウン時間 T_{pd} が終了すると、子機の情報を含み親機への接続を要求する接続要求信号をブロードキャスト送信し(S11、接続要求送信状態ST3)、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信すると、未接続状態から接続状態に遷移する(S12, S13)。

【0038】

図4に示す無線リンク確立シーケンスでは、最初の時刻同期信号受信状態の受信時間 T_{ua} で時刻同期信号の受信に失敗し、ランダムに生成されたパワーダウン時間 T_{da} だけ非同期パワーダウン状態になり、その後に時刻同期信号受信状態になる。このときは、受信時間 T_{ua} 内で時刻同期信号を受信でき、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、所定のパワーダウン時間 T_{pd} だけ未接続パワーダウン状態になる。その後に接続要求信号をブロードキャスト送信し、その接続要求信号に対して親機から送信された接続許可情報を含む接続要求応答信号を受信して無線リンクを確立する。

【0039】

なお、非同期パワーダウン時間 T_{da} について、非同期パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 T_{damin} と所定の最大時間 T_{damax} ($T_{damax} > T_{damin}$)の範囲内でランダムに設定することにより、時刻同期信号を受信する確率を高くし、通信開始までの時間を短縮することができる。

【0040】

(第2の実施形態：請求項2，3，5，11，12，14)

図5および図6は、第2の実施形態の子機の無線データ通信開始手順(1)，(2)を示すフローチャートである。図7は、第2の実施形態の状態遷移を示す。図8は、第2の

50

実施形態の子機－親機間の無線リンク確立シーケンスを示す。なお、親機は、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信しているものとする。

【0041】

図5および図6において、接続状態値が1のときに接続状態、0のときに未接続状態とし、パワーダウン信号値が1のときに送受信回路10にパワーダウン信号を出力するものとする。

【0042】

図5、図6および図7において、子機は、動作を開始したとき、または親機との接続断を検出したときに、時刻同期信号の受信を開始し、所定の周期時間 T_t 以上の受信時間 T_{ua} ($T_{ua} \geq T_t$) を計測するタイマをスタートさせる (S1, S2、時刻同期信号受信状態 ST_0)。この受信時間 T_{ua} の間に時刻同期信号が受信されない場合には、非同期パワーダウン状態に移移する (S3, S4, S5、非同期パワーダウン状態 ST_1)。非同期パワーダウン状態では、ランダムに生成された非同期パワーダウン時間 T_{da} を計測するタイマをスタートさせ、非同期パワーダウン時間 T_{da} が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させ、非同期パワーダウン時間 T_{da} の終了後に時刻同期信号の受信に戻る (S5, S6, S7, S2、 ST_1 , ST_0)。

【0043】

以上の繰り返し中に時刻同期信号を受信すると、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、ビーコンパワーダウン状態に移移する (S4, S14、ビーコンパワーダウン状態 ST_4)。ビーコンパワーダウン状態では、時刻同期信号の時刻情報から得られるビーコン信号が到着するまでの時間 $T_{pd.b}$ を計測するタイマをスタートさせ、その時間が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させる。ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd.b}$ の終了後にビーコン信号を受信すると (S15, S16, S21、ビーコン信号受信状態 ST_5)、子機接続時間帯パワーダウン状態に移移する (S22、子機接続時間帯パワーダウン状態 ST_7)。

【0044】

子機接続時間帯パワーダウン状態では、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd.a1}$ を計測するタイマをスタートさせ、その時間が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させ、その後に子機の情報を含み親機への接続を要求する接続要求信号を送信する (S23, S24、接続要求送信状態 ST_8)。そして、接続要求応答信号の応答待ち時間 T_{aw} を計測するタイマをスタートさせる (S24、接続要求応答待ち状態 ST_9)。応答待ち時間 T_{aw} が経過するまでに、親機からの接続要求応答信号が受信された場合には、接続要求応答信号に含まれる接続許可情報を確認し、接続許可の場合には接続状態 (接続状態値=1) とし、親機との間に無線リンクを確立する (S25, S26, S27, S28)。

【0045】

ここで、ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd.b}$ の終了までにビーコン信号を受信できない場合 (S21、 ST_5) や、接続要求応答信号が受信されずに応答待ち時間 T_{aw} が終了した場合 (S26、 ST_9) や、親機への接続が不許可の場合 (S27) には、ビーコンパワーダウン状態に移移する (S29、ビーコンパワーダウン状態 ST_6)。ビーコンパワーダウン状態では、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号が受信されるまでの時間 $T_{pd.a2}$ を計測するタイマをスタートさせ、ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd.a2}$ が終了するまで子機の送受信回路を停止して消費電力を低減させる。ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd.a2}$ の終了後には、ビーコン信号受信状態に戻る (S29, S30, S31, S21、 ST_6 , ST_5)。なお、ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd.a2}$ は、ビーコン周期 T_b を基準にそれぞれの状態遷移の過程に応じて適宜計算される。

【0046】

図8に示す無線リンク確立シーケンスでは、最初の時刻同期信号受信状態の受信時間 T_u

aで時刻同期信号の受信に失敗し、ランダムに生成されたパワーダウン時間 $T_{pd.a}$ だけ非同期パワーダウン状態になり、その後に時刻同期信号受信状態になる。このときは、受信時間 $T_{u.a}$ 内で時刻同期信号を受信でき、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、時刻同期信号の時刻情報から得られるビーコン信号が到着するまでの時間 $T_{pd.b}$ だけビーコンパワーダウン状態になり、その後にビーコン信号を受信する。

【0047】

ビーコン信号を受信すると、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd.a1}$ だけ子機接続時間帯パワーダウン状態になり、その後に接続要求信号を送信し、応答待ち時間 T_{aw} が経過するまでの間に親機からの接続要求応答信号が受信されると、親機との間に無線リンクを確立する。 10

【0048】

(第3の実施形態：請求項4, 5, 9, 13, 14, 18)

図9は、第3の実施形態の子機の無線データ通信開始手順を示すフローチャートである。図10は、第3の実施形態の状態遷移を示す。図11は、第3の実施形態の子機—親機間の無線リンク確立シーケンスを示す。なお、親機は、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信しているものとする。

【0049】

本実施形態の子機の無線データ通信開始手順において、子機が時刻同期信号の受信を開始し、時刻同期信号を受信後にビーコンパワーダウン状態となり、ビーコン信号を受信するまでの手順は、図5に示す第2の実施形態の子機の無線データ通信開始手順(1)と同様である。 20

【0050】

図9および図10において、ビーコン信号を受信すると(S21、ビーコン信号受信状態ST5)、子機接続時間帯パワーダウン状態に遷移する(S22、子機接続時間帯パワーダウン状態ST10)。子機接続時間帯パワーダウン状態では、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd.a1}$ を計測するタイマをスタートさせ、その時間が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させる(S22, S23)。その後、接続要求パワーダウン状態になり、キャリアセンスを開始するまでの時間 $T_{pd.a}$ を計測するタイマをスタートさせ、その時間が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させる(S41, S42)。 30

【0051】

ビーコン信号の受信から時間 $T_{pd.a1}$ および $T_{pd.a}$ が経過すると、キャリアセンス時間 T_{cs} を計測するタイマをスタートさせ、キャリアセンスを開始する(S43, S44, S45、キャリアセンス状態ST11)。このキャリアセンス時間 T_{cs} の間に他の無線通信を検知しない場合には、親機への接続を要求する接続要求信号を送信し(S44, S24、接続要求送信状態ST8)、接続要求応答信号の応答待ち時間 T_{aw} を計測するタイマをスタートさせる(S24、接続要求応答待ち状態ST9)。応答待ち時間 T_{aw} が経過するまでに、親機からの接続要求応答信号が受信された場合には、接続要求応答信号に含まれる接続許可情報を確認し、接続許可の場合には接続状態(接続状態値=1)とし、親機との間に無線リンクを確立する(S25, S26, S27, S28)。 40

【0052】

ここで、ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd.b}$ の終了までにビーコン信号を受信できない場合(S21、ST5)や、キャリアセンス中に他の無線信号が受信された場合(S45、ST11)や、接続要求応答信号が受信されずに応答待ち時間 T_{aw} が終了した場合(S26、ST9)や、親機への接続が不許可の場合(S27)には、ビーコンパワーダウン状態に遷移する(S29、ビーコンパワーダウン状態ST6)。ビーコンパワーダウン状態では、所定の周期 T_b でブロードキャスト送信されている次のビーコン信号が受信されるまでの時間 $T_{pd.a2}$ を計測するタイマをスタートさせ、ビーコンパワーダウ 50

ン時間 $T_{pd, a2}$ が終了するまで子機の送受信回路を停止して消費電力を低減させる。ビーコンパワーダウン時間 $T_{pd, a2}$ の終了後には、ビーコン信号受信状態に戻る (S29, S30, S31, S21、ビーコンパワーダウン状態 ST6)。

【0053】

図11に示す無線リンク確立シーケンスでは、ビーコン信号を受信するまでは図8に示す第2の実施形態と同様である。ビーコン信号を受信すると、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd, a1}$ とキャリアセンスを開始するまでの時間 $T_{pd, a}$ だけ、子機接続時間帯パワーダウン状態および接続要求パワーダウン状態になる。その後、接続要求信号を送信し、応答待ち時間 T_{aw} が経過するまでの間に親機からの接続要求応答信号が受信されると、親機との間に無線リンクを確立する。

10

【0054】

なお、接続要求パワーダウン状態の時間 $T_{pd, a}$ について、接続要求パワーダウン状態に遷移する度に、所定の最小時間 $T_{pd, amin}$ と所定の最大時間 $T_{pd, amax}$ ($T_{pd, amax} > T_{pd, amin}$) の範囲内でランダムに設定することにより、偶然に複数の子機が同時にキャリアセンスして失敗する確率を低くし、通信開始までの時間を短縮することができる。

【0055】

(第4の実施形態：請求項6, 7, 9, 15, 16, 18)

図12は、第4の実施形態の子機の無線データ通信開始手順を示すフローチャートである。図13は、第4の実施形態の状態遷移を示す。図14は、第4の実施形態の子機-親機間の無線リンク確立シーケンスを示す。なお、親機は、通信タイマが生成する時刻情報と、子機ごとに割り当てた子機接続時間帯を示す情報を含むビーコン信号を、通信タイマで制御される所定の周期 T_b でブロードキャスト送信しているものとする。

20

【0056】

本実施形態の子機の無線データ通信開始手順は、ビーコン信号と時刻同期信号を同時に送信するものであり、ビーコン信号を受信した後の手順は、図9に示す第3の実施形態の子機の無線データ通信開始手順と同様である。

【0057】

図12および図13において、子機は、動作を開始したとき、または親機との接続断を検出したときに、ビーコン信号の受信を開始し、所定の受信時間 T_{ua} を計測するタイマをスタートさせる (S51, S52、ビーコン信号受信状態 ST13)。この受信時間 T_{ua} の間にビーコン信号が受信されない場合には、非同期パワーダウン状態に遷移する (S53, S54, S55、非同期パワーダウン状態 ST14)。非同期パワーダウン状態では、ランダムに生成されたパワーダウン時間 T_{da} を計測するタイマをスタートさせ、パワーダウン時間 T_{da} が終了するまで子機の送受信回路を停止して電力消費を低下させ、パワーダウン時間 T_{da} の終了後にビーコン信号の受信に戻る (S54, S55, S56, S52, ST14, ST13)。

30

【0058】

以上の繰り返し中にビーコン信号を受信すると、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となり、以下第3の実施形態と同様に、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd, a1}$ とキャリアセンスを開始するまでの時間 $T_{pd, a}$ だけ、子機接続時間帯パワーダウン状態および接続要求パワーダウン状態になる。その後、接続要求信号を送信し、応答待ち時間 T_{aw} が経過するまでの間に親機からの接続要求応答信号が受信されると、親機との間に無線リンクを確立する。

40

【0059】

図14に示す無線リンク確立シーケンスでは、最初の時刻同期信号受信状態の受信時間 T_{ua} でビーコン信号の受信に失敗し、ランダムに生成されたパワーダウン時間 T_{da} だけ非同期パワーダウン状態になり、その後、ビーコン信号受信状態になる。このときは、受信時間 T_{ua} 内でビーコン信号を受信でき、その時刻情報に基づいて子機の通信タイマを補正して親機に同期させた同期状態となる。

50

【0060】

そして、ビーコン信号で通知される子機接続時間帯までの時間 $T_{pd.a1}$ とキャリアセンスを開始するまでの時間 $T_{pd.a}$ だけ、子機接続時間帯パワーダウン状態および接続要求パワーダウン状態になる。その後に接続要求信号を送信し、応答待ち時間 T_{aw} が経過するまでの間に親機からの接続要求応答信号が受信されると、親機との間に無線リンクを確立する。

【0061】

なお、非同期パワーダウン状態の時間 T_{da} については、子機のビーコンスキャン周期を決定するものであり、親機からビーコン周期 T_b で送信されているビーコン信号を検知するために、ビーコン周期 T_b の整数倍、または整数分の1以外の値でランダムに設定する。これにより、ビーコン信号を確実に受信することができ、通信開始までの時間を短縮することができる。 10

【0062】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明により、親機に接続されていない未接続状態の子機は、無線リンクを確立するまで常時受信している必要がなく、適当なタイミングでパワーダウン状態を設け、送受信回路への電力供給を停止することができる。これにより、未接続状態の子機における消費電力を大幅に低減することができる。

【0063】

特に、請求項2, 3, 5, 6, 7および請求項11, 12, 14, 15, 16に記載の発明では、子機の接続要求可能な時間情報が親機から送信されるビーコン信号により得られるので、時刻同期後から接続要求信号の送信までの間にパワーダウン状態に設定し、送受信回路への電力供給を停止することができる。これにより、未接続状態の子機における消費電力を大幅に低減することができる。 20

【0064】

また、請求項4, 5および請求項13, 14に記載の発明では、子機接続時間帯に入ったときにランダムに設定される接続要求パワーダウン時間 $T_{pd.a}$ を経てキャリアセンスを行うことにより、偶然に複数の子機が同時にキャリアセンスして失敗する確率を低くし、さらにキャリアセンスすることにより接続要求信号がぶつかる確立を低くし、効率的に接続要求信号を送信することができる。 30

【0065】

また、請求項6, 7および請求項15, 16に記載の発明では、時刻情報は常にビーコン信号として送信されるので、時刻同期後によや早い時間にキャリアセンスおよび接続要求信号の送信を行うことができる。

【0066】

また、請求項8および請求項17に記載の発明は、非同期パワーダウン時間 T_{da} をランダムに設定することにより、時刻同期信号を受信する確率が高くなり、時刻同期までの時間を短縮することができる。

【0067】

また、請求項9および請求項18に記載の発明は、接続要求パワーダウン時間 $T_{pd.a}$ をランダムに設定することにより、偶然に複数の子機が同時にキャリアセンスしても、次のキャリアセンスの成功確率が高くなる。これにより、複数の子機からの接続要求信号が衝突する確率を低減し、安定した通信開始が可能となる。 40

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の無線データ通信装置の子機の構成例を示す図。

【図2】 第1の実施形態の子機の無線データ通信開始手順を示すフローチャート。

【図3】 第1の実施形態の状態遷移を示す図。

【図4】 第1の実施形態の子機－親機間の無線リンク確立シーケンスを示す図。

【図5】 第2の実施形態の子機の無線データ通信開始手順(1)を示すフローチャート

【図 6】 第 2 の実施形態の子機の無線データ通信開始手順 (2) を示すフローチャート

【図 7】 第 2 の実施形態の状態遷移を示す図。

【図 8】 第 2 の実施形態の子機-親機間の無線リンク確立シーケンスを示す図。

【図 9】 第 3 の実施形態の子機の無線データ通信開始手順を示すフローチャート。

【図 10】 第 3 の実施形態の状態遷移を示す図。

【図 11】 第 3 の実施形態の子機-親機間の無線リンク確立シーケンスを示す図。

【図 12】 第 4 の実施形態の子機の無線データ通信開始手順を示すフローチャート。

【図 13】 第 4 の実施形態の状態遷移を示す図。

【図 14】 第 4 の実施形態の子機-親機間の無線リンク確立シーケンスを示す図。

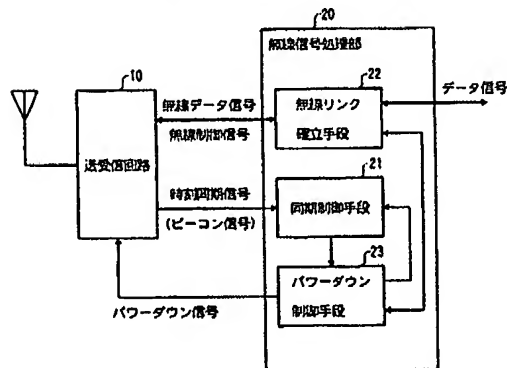
10

【符号の説明】

- 10 送受信回路
- 20 無線信号処理部
- 21 同期制御手段
- 22 無線リンク確立手段
- 23 パワーダウン制御手段

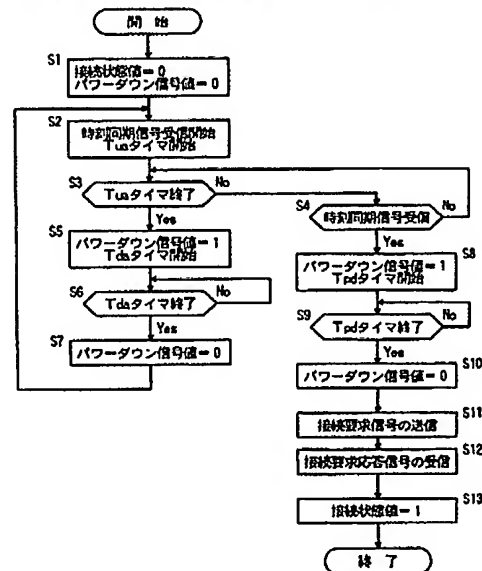
【図 1】

本発明の無線データ通信装置の子機の構成例

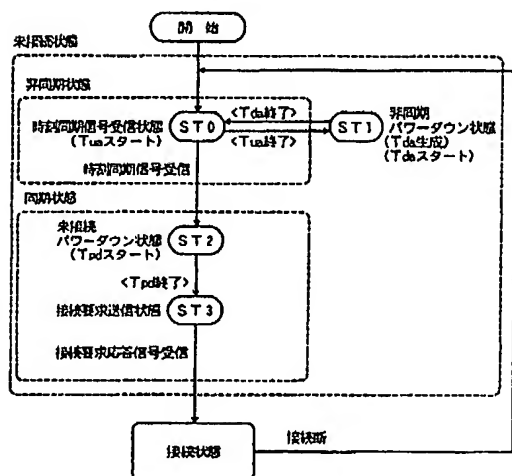


【図 2】

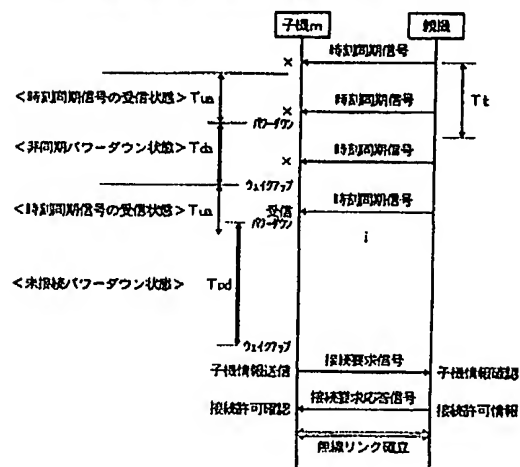
第 1 の実施形態の子機の無線データ通信開始手順



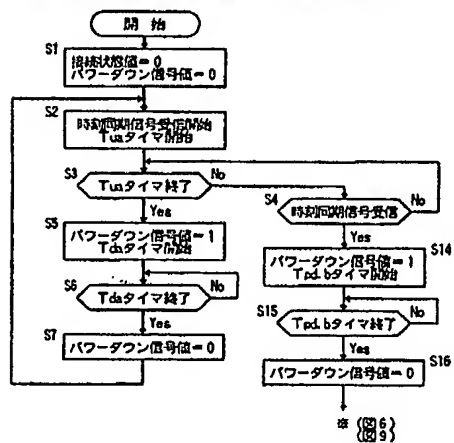
第 1 の実施形態の状態遷移



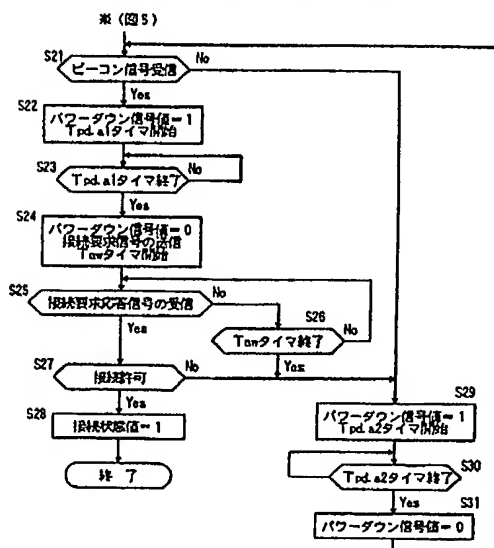
第1の実施形態の子機-親機間の無線リンク確立シーケンス



第2の実施形態の子機の無線データ通信開始手順(1)

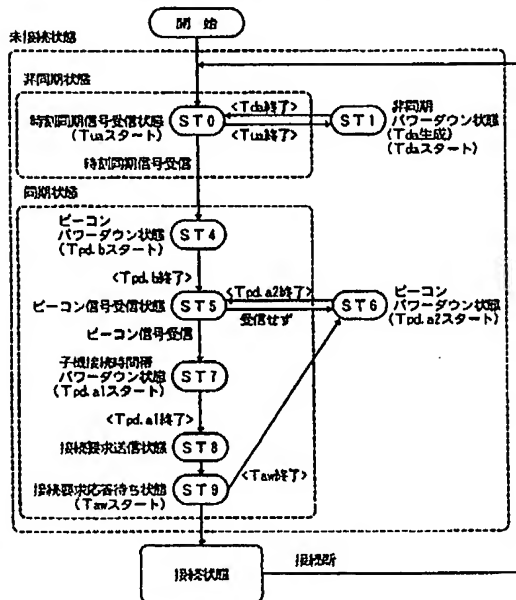


第2の実施形態の子機の無線データ通信開始手順(2)



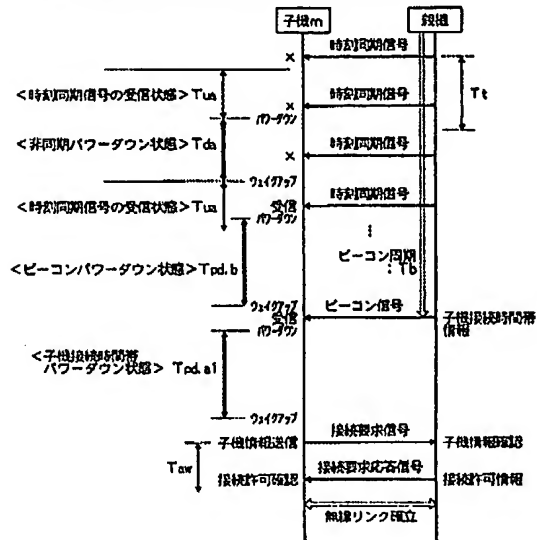
【図 7】

第2の実施形態の状態遷移



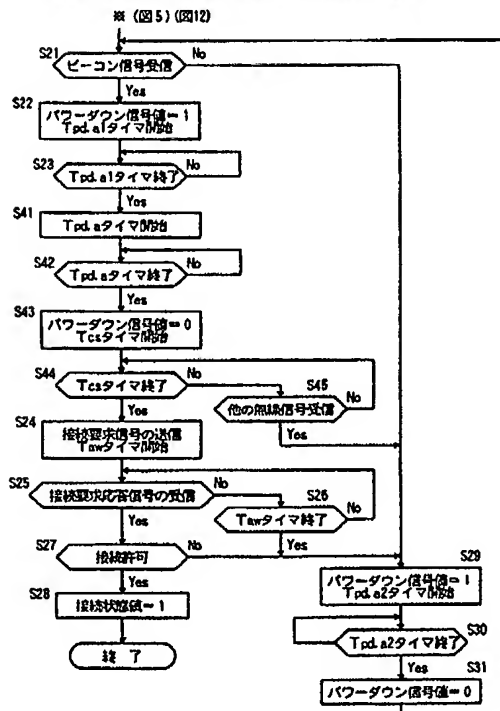
【図 8】

第2の実施形態の子機-親機間の無線リンク確立シーケンス



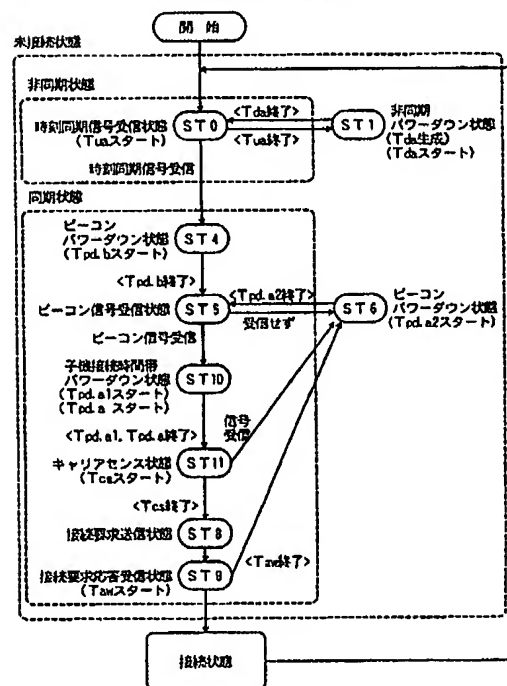
【図 9】

第3の実施形態の子機の無線データ通信開始手順



【図 10】

第3の実施形態の状態遷移



フロントページの続き

(72)発明者 市野 晴彦

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 5K033 CB06 CB15 DA01 DA17 DB25

5K034 AA15 DD01 EE03 FF11 FF13 LL01 NN11

5K067 AA43 8B21 CC21 DD11 DD25 EE02 EE10 GG01 GG11 KK05